EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER

07185862

PUBLICATION DATE

25-07-95

APPLICATION DATE

28-12-93

APPLICATION NUMBER

05335033

APPLICANT:

NIKON CORP;

INVENTOR:

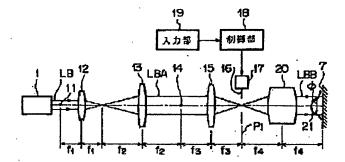
OMORI TAKEO:

INT.CL.

B23K 26/06 G02B 27/09

TITLE

LASER BEAM MACHINING DEVICE



ABSTRACT: PURPOSE: To provide a small laser beam machining device in which the intensity distribution of a machining beam for a work to be irradiated with is made like an Gaussian distribution and by which irradiation areas of different sizes can be irradiated with the machining beam.

> CONSTITUTION: The beam diameter of a later beam LB from a laser light source 1 is expanded/contracted through a beam expander consisting of a first lens 12 and a second lens 13, a laser beam emitted from the beam expander is converged on the opening of a variable aperture diaphragm 16 through a relay lens 15, the laser beam passed through the variable aperture diaphragm 16 is converted to a nearly parallel luminous flux by an objective lens 20, and a work 7 is irradiated with it.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出頭公阴番号

特開平7-185862

(43)公開日 平成7年(1995)7月25日

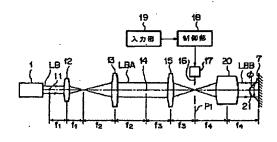
(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	FI				技術表示箇所
B 2 3 K 26/06	E						
	Α	•					
	. J						
	Z						
•			G02B	27/ 00			E
		密查請求	未請求 請求	頃の数3(ΟL	(全 6 頁	() 最終頁に続く
(21)出願番号	特质平5-335033	(71)出願人 000004112 株式会社ニコン					
(22)出願日	平成5年(1993)12月28日						丁目2番3号
(,,	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		(72)発明者	大森健			, 110 22 0 17
						₹41.の内 3	丁目2番3号 株
				式会社二			
		•	(74)代理人	弁理士	大森	聡	
			1				

(54) 【発明の名称】 レーザ加工装置

(57)【要約】

【目的】 被加工物に照射する加工ビームの強度分布を ガウス分布状として、且つ種々の大きさの照射領域に加 エビームを照射できる小型のレーザ加工装質を提供す る。

【構成】 レーザ光源 1からのレーザピームLBのピーム径を、第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるピームエクスパンダを介して伸縮し、ピームエクスパンダから射出されるレーザピームをリレーレンズ15を介して可変開口絞り16の開口上に築光し、可変開口絞り16を通過したレーザピームを対物レンズ20によりほぼ平行光束に変換して被加工物7上に照射する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザピームを所定形状に絞って被加工 面上に照射するレーザ加工装置において、

レーザ光源と、

該レーザ光源から射出されたレーザビームを所定の絞り 面上に集光する集光光学系と、

該集光光学系により集光された後に発散するレーザピー ムをほぼ平行光束にして前記被加工面上に照射する対物 レンズと、

前記所定の絞り面上に集光されたレーザピームの一部の 10 領域を遮光する可変開口絞りと、を有し、前記可変開口 絞りにより前配被加工面上でのレーザビームの照射領域 を設定することを特徴とするレーザ加工装置。

【聞求項2】 前記レーザ光源と前記集光光学系との間 に、前記レーザ光源から射出されたレーザビームの断面 形状を拡大又は縮小して前配集光光学系に導くビーム径 変換光学系を配置したことを特徴とする請求項1記載の レーザ加工装置。

【靖求項3】 レーザビームを所定形状に絞って被加工 面上に照射するレーザ加工装置において、

レーザ光源と、

2つの互いに焦点距離の異なる第1レンズ及び第2レン ズよりなり、前配レーザ光源から射出されたレーザビー ムを前記第1レンズにより一度集光した後、集光後に発 散するレーザビームを前記第2レンズによりほぼ平行光 束に変換することにより、前記レーザ光源から射出され るレーザピームの断面形状を伸縮するビーム径変換光学 系と、

該ピーム径変換光学系から射出されるレーザビームを集 光する集光光学系と、

該築光光学系により集光された後に発散するレーザビー ムをほぼ平行光束にして前記被加工面上に照射する対物 レンズと、

前記ピーム径変換光学系中の前記第1レンズにより集光 されたレーザビームの一部の領域を選光する可変関ロ校 りと、を有し、前記可変開口絞りにより前記被加工面上 でのレーザビームの照射領域を設定することを特徴とす るレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

[0001]

【産業上の利用分野】本発明は、例えばレーザビームを **集光して所定のパターンの切断又は熔接等を行うリベア** 装置等に適用して好適なレーザ加工装置に関する。

[0002]

【従来の技術】例えば半導体素子の所定のパターンを切 断若しくは溶接する際に使用されるリペア装置、又はレ ーザピームを用いるアニール装置等においては、所定の 大きさに集光したレーザビームが加工対象物に飛射され る。この際に、レーザ光顔から射出されるピームの強度

を呈している。

【0003】図5は、従来のこの種のレーザ加工装置を 示し、この図5において、レーザ光源1から射出された ガウス分布を呈するレーザビームLBが、凸レンズ2a 及び2 bよりなるビームエクスパンダ2により断面形状 が拡大されてレーザピームLB1となり、レーザピーム LB1がリレーレンズ5及び対物レンズ6を介して被加 工物?上に照射されている。

【0004】ところで、被加工物7が例えば半導体のヒ ューズである場合、この半導体のヒューズの切断又は溶 接等の加工を行う際には、ヒューズの幅、ヒューズ間の 間隔等により、被加工物の表面での加工用のレーザビー ム(以下、「加工ピーム」という。)の照射領域の大き さを変えて加工が行われる。照射領域の大きさを変える ためには、先ず被加工物7と共役な位置に視野紋りを設 置し、この視野絞りの閉口形状を調整する手法が考えら れる。しかしながら、この手法は、例えば図5におい て、加工ビームの強度分布をほぼ一定(平坦)な分布と する場合、即ち加工ビームを幾何光学的に扱える場合の 20 手法である。

【00.05】これに対して、例えば半導体中の保護膜の 特に厚いヒューズを切断する場合等には、被加工物?に 照射する加工ピームの強度分布をほぼガウス分布のまま としておくことが望ましい。以下では、中心部の強度分 布が強く、周辺に向かうに従って次第に強度が低下する 光強度分布をガウス分布状の強度分布と呼ぶ。このよう に加工ピームの強度分布をガウス分布状として、且つ照 射領域を切り換える方法として、従来は、①ビームエク スパンダを倍率の異なるものと交換する方法、及び②倍 率の異なるピームエクスパンダを機械的に切り換える方 法、が用いられていた。

【0006】図6は、ビームエクスパンダを交換する方 法の説明図であり、この図6 (a), (b) 及び (c) に示すように、それぞれ倍率の異なるピームエクスパン ダ3,2又は4の何れかを図5のレーザ光源1とリレー レンズ5との間に装着する。この場合、ピームエクスパ ンダ3, 2又は4から射出されるレーザビームしB2, LB1又はLB3のビーム径はそれぞれ異なっているた め、最終的に被加工物7上に照射される加工ビームの服 射領域の大きさが切り換えられる。

【0007】また、図7は、倍率の異なるビームエクス パンダを機械的に切り換える装置の要部を示し、この図 7において、レーザ光源1から射出されるレーザピーム LBの光路上に、着脱自在で且つ光軸に対して斜めのミ ラー8A及び8Bを挟んでピームエクスパンダ3が設置 されている。また、ミラー8.A及び8Bの反射面側にそ れぞれ着脱自在に斜めに配置されたミラー9A及び9B の間にピームエクスパンダ2が配置され、ミラー9A及 び9Bの裏面側にそれぞれ対脱自在に斜めに配置された 分布は、一般に中心部が強く、周辺部が弱いガウス分布 50 ミラー10A及び10Bの間にピームエクスパンダ4が

3

配置されている。

【0008】図7において、ミラー8A及び8BをレーザビームLBの光路から退避させることにより、ビームエクスパンダ3からのレーザビームLB2が取り出され、ミラー8A及び8Bを光路に戻し、且つミラー9A及び9Bを光路上に設置しておくことにより、ビームエクスパンダ2からのレーザビームLB1が取り出される。更に、ミラー9A及び9Bを退避させて、ミラー10A及び10Bを光路上に設置することにより、ビームエクスパンダ4からのレーザビームLB3が取り出され 10る。

[0009]

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来のレーザ加工装置においては、被加工物 7 に照射する加工ピームの強度分布をガウス分布状として、且つ照射領域の大きさを切り換えるために、倍率の異なるピームエクスパンダを切り換えていた。しかしながら、この方式では所望の照射領域の大きさに応じてそれぞれ異なる倍率のピームエクスパンダを用意しなければならず、照射領域の大きさが数種類に限定されてしまうという不都合があった。また、切り換え用に備えた複数のピームエクスパンダの分だけ、加工装置全体が大がかりなものになってしまうという不都合もあった。

【0010】本発明は斯かる点に鑑み、被加工物に照射する加工ビームの強度分布をガウス分布状として、且つ種々の大きさの照射領域に加工ビームを照射できる小型のレーザ加工装置を提供することを目的とする。

[0011]

【課題を解決するための手段】本発明による第1のレーザ加工装置は、例えば図1に示す如く、レーザビームを 30 所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザ加工装置において、レーザ光版(1)と、このレーザ光版から射出されたレーザビーム(LB)を所定の絞り面(P1)上に集光する集光光学系(15)と、この集光光学系により集光された後に発散するレーザビームをほぼ平行光末にして被加工面(7)上に照射する対物レンズ(20)と、所定の絞り面(P1)上に集光されたレーザビームの一部の領域を遮光する可変開口絞り(16)とを有し、可変開口絞り(16)により被加工面(7)上でのレーザビーム(LBB)の照射領域を設定するもので 40 ある

【0012】この場合、レーザ光源(1)と集光光学系(15)との間に、レーザ光源(1)から射出されたレーザピーム(LB)の断面形状を拡大又は縮小して集光光学系(15)に導くピーム径変換光学系(12.13)を配置することが望ましい。また、本発明の第2のレーザ加工装置は、例えば図4に示すように、レーザピームを所定形状に絞って被加工面上に照射するレーザ加工装置において、レーザ光源(1)と、2つの互いに焦点距離の異なる第1レンズ(12)及び第2レンズ(150

3)よりなり、レーザ光源(1)から射出されたレーザビーム(LB)を第1レンズ(12)により一度集光した後、集光後に発散するレーザビームを第2レンズ(13)によりほぼ平行光束に変換することにより、レーザ光源(1)から射出されるレーザビーム(LB)の断面形状を伸縮するビーム径変換光学系(12,13)と、このビーム径変換光学系から射出されるレーザビームを集光する集光光学系(15)と、この集光光学系により集光された後に発散するレーザビームをほぼ平行光束にして被加工面(7)上に照射する対物レンズ(20)と、そのピーム径変換光学系中の第1レンズ(12)により集光されたレーザビームの一部の領域を遮光する可変開口紋り(22)とを有し、この可変関口紋りにより被加工面(7)上でのレーザビームの照射領域を設定するものである。

[0013]

【作用】 斯かる本発明の第1のレーザ加工装置によれば、レーザ光源(1)から射出されるレーザビーム(LB)の強度分布はほぼガウス分布であり、このほぼガウス分布のレーザビーム(LB)が集光光学系(15)により絞り面(P1)上にフーリエ変換される。また、絞り面(P1)上の可変開口絞り(16)により制限された領域の光が、対物レンズ(20)により逆フーリエ変換されて被加工面(7)上に照射される。

【0014】この場合、図2(a)に示すように、可変 関口絞り(16)を絞り込むと、被加工面(7)上の照 射領域は分布曲線21Aで示すようになだらかなガウス 分布状となり、照射領域の幅φ1 は大きくなる。逆に、 図2(b)に示すように、可変開口絞り(16)を開け ると、被加工面(7)上の限射領域は分布曲線21Bで 示すように鋭いピークのガウス分布状となり、照射領域 の幅φ2 は大きくなる。従って、可変開口絞り(16) により照射領域の大きさが種々に切り換えられる。

【0015】また、ピーム径変換光学系(12,13)を配置した場合、このピーム径変換光学系(12,13)から射出されるレーザピームは、集光光学系(15)及び対物レンズ(20)に関して被照射面(7)上のレーザピームとほぼ共役である。そこで、ピーム径変換光学系(12,13)により被限射面(7)上の最小の照射領域を設定し、照射領域をそれより大きくしたいときには、可変開口絞り(16)の開口径を絞るようにする。

【0016】次に、本発明の第2のレーザ加工装置によれば、第1レンズ(12)により集光されたレーザピームの一部を遮光する可変開口紋り(22)の設置面(P2)は、上述の第1のレーザ加工装置の可変開口紋り(16)の設置面(P1)とほぼ共役である。従って、可変開口紋り(22)によっても被照射面(7)上での照射質域の大きさが調整できる。

50 [0017]

【実施例】以下、本発明によるレーザ加工装置の第1実施例につき図1~図3を参照して説明する。図1は本実施例のレーザ加工装置を示し、この図1において、レーザ光源1としては、Nd:YLFレーザ光源、Nd:YAGレーザ光源、又はアルゴンレーザ光源等が使用され、レーザ光源1がNd:YLFレーザ光源である場合、レーザ光源1からのレーザピームLBとして、例えば波長1047nmのレーザピームLBは、断面での対策1から射出されたレーザピームLBは、断面での対度分布がガウス分布を呈する平行光束として、焦点距離f:の第1レンズ、及び焦点距離f:(f2>f1)の第2レンズ13よりなるピームエクスパンダに入射する。レーザピームLBは、第1レンズ12により一度集光されて発散した後、第2レンズ13により平行光束のレーザピームLBAに変換される。

【0018】レーザ光源1から射出されたレーザビーム LBのビーム径の最も小さい位置、即ち第1のビームウェスト位置11は、第1レンズ12の前例焦点位置にあり、第1レンズ12と第2レンズ13との問隔は(fi+fi)であり、第2レンズ13の後側焦点位置が、レーザ 20ビームLBAのビーム径が最も小さくなる第2のビームウェスト位置14となっている。第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるビームエクスパンダにより、レーザビームLBAの第2のビームウェスト位置14におけるビーム径は、レーザビームLBの第1のピームウェスト位置11におけるピーム径と比べてfi/fiに拡大されている。

【0020】また、絞り面P1上に可変開口絞り16を設置する。絞り面P1は、対物レンズ20の入射瞳面でもあり、可変開口絞り16の開口径により対物レンズ20の開口数NA(対物レンズ20から射出される加工ビームしBBの開口数NA)が定まる。可変開口絞り16としては、虹彩絞り、又は複数の異なる開口が形成されたターレット板等が用いられる。可変開口絞り16には、開口径を切り換えるための駆動部17を装着する。例えばオペレータがキーボード等の入力部19を介して

耐御部18に被加工物7の種類等の情報を入力すると、 それに応じて制御部18が、駆動部17を介して可変開 口紋り16の開口径を調整する。これにより、対物レン ズ20の関口数NAが調整される。

6

【0021】次に、本実施例の動作につき説明する。先ず、第2のピームウェスト位置14でのレーザピームLBAの強度分布はガウス分布をなし、リレーレンズ15により、そのフーリエ変換像がリレーレンズ15の後側 焦点面、即ち絞り面P1に形成される。この絞り面P1でのレーザピームの強度分布もガウス分布であり、絞り面P1上でのフーリエ変換像は、対物レンズ20により更に逆フーリエ変換され、被加工物7上に第2のピームウェスト位置でのレーザピームLBAの像が形成される。従って、被加工物7の表面での加工ビームLBの強度分布は、分布曲線21で示すようにガウス分布状であり、自然対数の底eを用いて、例えば強度分布がピーク値の1/e²となる位置の幅のを加工ピーム径とする。この加工ピーム径のを、照射領域の直径とみなすことができる。

【0022】 この場合、図2(a)に示すように、可変 開口絞り16の開口径を絞って、リレーレンズ15の後 **側焦点面(絞り面P1)上のフーリエ変換像の周辺部を** 除去すると、対物レンズ20で更に逆フーリエ変換して 得られた加工ビームLBBの被加工物?上での強度分布 は、分布曲線21Aで示すようになだらかに広がるよう になり、ビーム径 o: は大きくなる。一方、図2(b) に示すように、可変関口絞り16を開けると、加工ビー ムLBBの被加工物7上での強度分布は、分布曲線21 Bで示すように鋭いピークを持つようになり、ピーム径 φ: は小さくなる。従って、可変関口絞り16の閉口径 を調整することにより、被加工物7上での加工ビーム1 BBのビーム径φ、即ち照射領域の大きさを変えること ができる。例えば可変開口絞り16が虹彩絞りである場 合には、照射領域の大きさを所定範囲で連続的に変える ことができる。

【0023】また、図1において、第1レンズ12及び第2レンズ13よりなるピームエクスパンダの倍率 f2/f1を定めるには、可変開口紋り16の開口径を、紋り面P1におけるフーリエ変換像の周辺部を選光しないように十分な大きさに広げる。この状態では被加工物7上での加工ピームLBBのピーム径のが最小値ゆ・1・となる。そこで、このピーム径の点。が被加工物7上での所望のピーム径の内の最小値になるように、ピームエクスパンダの倍率 f2/f1を定めるようにする。そして、加工ピームLBBのピーム径(加工ピーム径) ゆをゆ・1・より大きくするには、可変開口紋り16の開口径を紋って、対物レンズ20の開口数NAを小さくすればよい。【0024】図3は、加工ピーム径のと対物レンズ20の開口数NAとの関係を示し、この図3に示すように、

比例する。具体的に、対物レンズ20の焦点距離はforあるため、加工ビームの被長をλ、所定の係数をkとして、開口数NAは次のようになる。

$NA = k \cdot \lambda / \phi$ (1)

従って、図3の関係、即ち(1)式に必要とする加工ビーム径のを当てはめることにより、そのときに設定すべき開口数NAが求められる。例えば、加工ビーム径が2 μ mとなるときの対物レンズ20の開口数NAが0.45、k=0.86、 λ =1.047 μ m(YLFレーザの場合)であったとすれば、加工ビーム径を5 μ mとするには、対物レンズ20の開口数は約0.18(=2 \cdot 0.45/5)となる。なお、本実施例では係数kを例えば0.8 \sim 1.3程度とする事ができる。

【0025】次に、本発明の第2実施例につき図4を参照して説明する。図4において、図1に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。図4は本実施例のレーザ加工装置を示し、この図4において、ピームエクスパンダを構成する第1レンズ12の後側焦点面(フーリエ変換面)P2に可変開口紋り22を設置し、可変開口紋り22の開口径を駆動部23により調整する。可変開口紋り22としては、図1の可変開口紋り16と同じターレット板方式、又は虹彩紋り等を使用できる。そして、本実施例では、リレーレンズ15の後側焦点面である紋り両P1には関口紋りを設置しない。その他の構成は図1と同様である。

【0026】この場合、第1レンズ12の後側焦点面P2は、絞り面P1と共役である。従って、可変開口絞り22の開口径を調整することにより、図1の可変開口絞り16の開口径を調整する場合と同様に、被加工物7上での加工ビームLBBの強度分布をガウス分布状として、且つビーム径を調整することができる。なお、本発明は上述実施例に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で秘々の構成を取り得ることは勿論である。

[0027]

【発明の効果】本発明の第1又は第2のレーザ加工装置 によれば、レーザ光波から射出されたレーザビームのフ ーリエ変換パターンの一部の領域を可変開口絞りにより 遮光して、被加工面上での照射領域を設定しているため、被加工面上で強度分布をガウス分布状として、且つ 照射領域の大きさを種々に設定できる利点がある。また、ビームエクスパンダ等を交換する方式と比べて装置 全体が小型化できる利点がある。

【0028】また、レーザ光源と集光光学系との間にピーム径変換光学系を配置した場合には、被加工面上で必要な最小の照射領域の大きさに応じてそのピーム径変換光学系の倍率を決めた後、それより照射領域を広くしたいときには可変関ロ紋りの口径を小さくすればよい。従って、レーザ光源からのレーザピームを高い効率で被加工面上に照射できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるレーザ加工装置の第1実施例を示す構成図である。

【図2】 (a) は図1で可変閉口絞り16を絞った状態の説明図、(b) は図1で可変閉口絞り16を開けた状態の説明図である。

【図3】加工ビーム径φと対物レンズの関ロ数NAとの 関係を示す図である。

【図4】本発明の第2実施例を示す構成図である。

【図 5】従来のビームエクスパンダを交換する方式のレ ーザ加工装儲を示す構成図である。

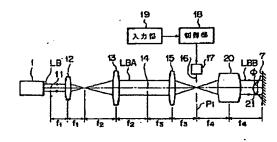
【図6】図5のレーザ加工装置において交換される3個のピームエクスパンダを示す構成図である。

【図7】従来のビームエクスパンダを切り換える方式の レーザ加工装置を示す要部の構成図である。

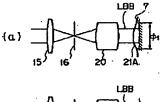
【符号の説明】

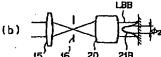
- 1 レーザ光源
- 30 LB レーザビーム
 - 7 被加工物
 - 11, 14 ピームウェスト位置
 - 12, 13 ピームエクスパンダを構成するレンズ
 - 15 リレーレンズ
 - 16 可変腕口絞り
 - 20 対物レンズ
 - 22 可変閉口絞り

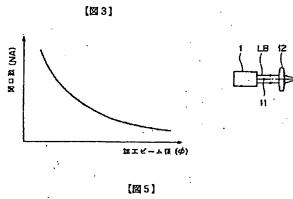
【図1】

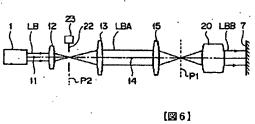


[図2]

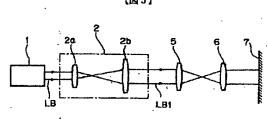


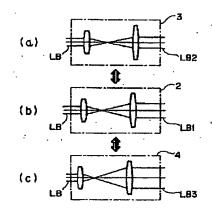


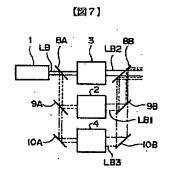




【図4】







フロントページの続き

(51) Int. Cl. 5 G 0 2 B 27/09

識別配号 广内整理番号

F I

技術表示箇所